

взаимодействующих систем успешно функционировал (иначе – максимизировал общий выпуск внешней продукции) в течение длительного промежутка времени, необходимо, чтобы на начальном отрезке времени $[t_0, \Theta_0]$, $t_0 < \Theta_0 < T$, каждая система PC_i значительную часть всех имеющихся внутренних и внешних ресурсов (отличную от минимально допустимой в силу соотношений модели), а в некоторых частных случаях и все имеющиеся ресурсы, прежде всего направляла в подсистему самосовершенствования A_i на повышение своих потенциальных возможностей (увеличение своих производительностей α_i и β_i) и на саморазвитие (производство новых продуктов первого рода, обеспечивающих само существование системы, повышение ее потенциальных возможностей и ее развитие), и лишь в конце $[\Theta_1, T]$, $\Theta_0 < \Theta_1 < T$, планового периода времени $[t_0, T]$ существенную долю всех ресурсов (а иногда – все имеющиеся внутренние и внешние ресурсы) направляла в подсистему B_i для производства внешнего продукта системы – продуктов второго рода (при этом в подсистему A_i поступает минимально допустимая часть всех ресурсов). То, для достаточно большой величины $T - t_0$ каждая система вначале должна быть в некотором роде эгоистичной, и лишь в конце планового периода – альтруистичной. Эгоизм здесь называется «разумным», так как предпочтение своих личных интересов каждой РС интересам социума РС в данном случае является кажущимся, потому что оно полезно для всего социума. Если же величина времени $T - t_0$ достаточно мала, то каждая система должна направлять существенную долю всех ресурсов (а иногда – все имеющиеся внутренние и внешние ресурсы) в подсистему B_i для производства внешнего продукта системы (в этом случае в подсистему A_i поступает минимально допустимая часть всех ресурсов, т.е. в этом случае каждая система должна быть с самого начала альтруистичной). Отметим, что для макроэкономических систем достаточно большой интервал времени соответствует продолжительности жизни двух и более поколений [1, с. 281]. Нельзя не заметить некоторое сходство (случайное ли?) между законом «разумного эгоизма» и основным коммунистическим принципом: «каждому – по потребностям, от каждого – по способностям». Не является ли этот закон уточнением указанного принципа?

Замечание 5. Особый интерес для задач взаимодействия представляет случай активного взаимодействия, когда доля скорости поступления внешнего ресурса z_i в каждую из РС зависит от некоторого качества управлений $\{x_1, y_1, x_2, y_2\}$. Если

$$z_i(t, x_1, y_1, x_2, y_2) = \frac{P_i(t) + \int_{t_0}^t c_i(\tau) d\tau}{\sum_{j=1}^2 \left(P_j(t) + \int_{t_0}^t c_j(\tau) d\tau \right)}$$

$$M = (m_1, c_1, m_2, c_2), Z = (z_1, z_2),$$

то в силу того, что Z удовлетворяет условию Липшица по M равномерно по t на $[t_0, T]$, можно показать, что доказанная теорема 1 справедлива и в этом случае (Z_i можно находить методом простой итерации).

Выводы. Предложены интегральные модели активного и пассивного взаимодействия развивающихся систем, доказана теорема существования и единственности решения системы нелинейных интегральных уравнений вольтерровского типа, описывающих взаимодействие континуальных развива-

ющихся систем с заданной начальной предысторией, поставлены некоторые задачи оптимального активного и пассивного взаимодействия континуальных развивающихся систем и внешней среды. Полученные результаты могут быть использованы при моделировании оптимального функционирования многих реальных развивающихся систем (экономических, экологических, биологических и т.д.). Для дальнейших исследований особенно интересен случай активного взаимодействия систем.

Список литературы

1. Глушков В.М., Иванов В.В., Яненко В.М. Моделирование развивающихся систем. – М.: Наука, 1983. – 352 с.
2. Иванов В.В., Вугинштейн А.Э. О континуальных моделях развивающихся систем // Дифференц. уравнения. – 1985. – Т. XXI, № 3. – С. 473-484.
3. Гирлин С.К., Богданова О.С. Исследование уравнений модели открытой континуальной развивающейся системы // Методологічні та методичні основи активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів у процесі вивчення математичних дисциплін: Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (Ялта, 23-24 листопада 2009 р.). – 36. статей. – Ялта: РВВ КГУ, 2009. – Вып. 3. – С. 167-177.
4. Гирлин С.К., Иванов В.В. Моделирование взаимодействия развивающихся систем // Докл. АН УССР. Сер. А. – 1986. – № 1. – С. 58-60.
5. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа. – М.: Наука, 1976. – 544 с.
6. Гирлин С.К. Моделирование возникающих развивающихся систем // Докл. АН УССР. Сер. А. – 1987. – № 10. – С. 65-67.
7. Гирлин С.К., Зайцева Е.С. Оптимальное управление развитием экономической системы // Сталий розвиток підприємств сфери послуг: Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (Ялта, 28-29 листопада 2008 р.). – Ялта: РВВЗ КГУ, 2008. – С. 162-165.
8. Гирлин С.К. Лекции по интегральным уравнениям. – Ялта: РИО КГУ, 2012. – 177 с.
9. Гирлин С.К., Билюнас А.В. Модель и законы оптимального развития систем // Успехи современного естествознания. – 2011. – № 7. – С. 254-259.
10. Иванов В.В. Методы вычислений на ЭВМ: Справочное пособие. – Киев: Наук. думка, 1986. 584 с.
11. Яценко Ю.П. Интегральные модели систем с управляемой памятью. – К.: Наук. думка, 1991. – 220 с.
12. Victor V. Ivanov. Model development and optimization. – Dordrecht / Boston. – London: Kluwer Academic Publishers, 1999. – 249p.
13. Viktor V. Ivanov and Natalya V. Ivanova. Mathematical Models of the Cell and Cell Associated Objects. – Amsterdam: Elsevier, 2006. – 333 p.

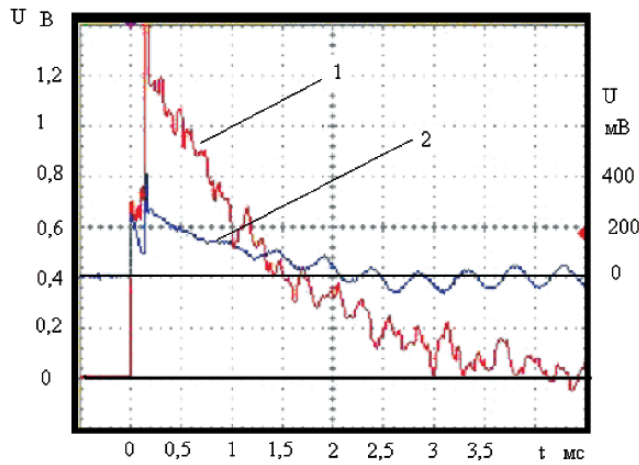
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОГО ВОЗМУЩЕНИЯ В КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕДАХ ПРИ ПРОТЕКАНИИ ИМПУЛЬСНОГО ТОКА РАЗРЯДНОГО КОНТУРА

Калюжный Д.А., Воронин А.А., Сухова Т.А., Суркаев А.Л.
 Волжский политехнический институт,
 филиал Волгоградского государственного технического университета, www.volpi.ru, e-mail: vpf@volpi.ru

При протекании тока в металлических проводниках возможно возникновение механических возмущений и генерирование упругих волн. Целью работы является проведение исследований механических возмущений, возникающих в цилиндрических проводниках вследствие протекания импульсного разрядного тока. Экспериментальная установка является традиционной и представляет собой энергетический накопитель [1] конденсаторного типа с соответствующей электродной системой. Максимальная запасенная энергия в накопителе составляет $W = 640$ кДж, общая электрическая емкость равна $C = 320$ мкФ, индуктивность разрядного контура равна $L = 7,8$ мкГн, максимальное напряжение конденсаторов $U_0 = 2$ кВ. Разрядный ток короткого замыкания достигал $I = 7 \cdot 10^3$ А. В качестве регистратора импульсного возмущения использовался пьезокерамический преобразователь (ЦТС-19), который располагался на торце цилиндрического проводника из латуни размерами: Электрический сигнал с преобразователя подавался на двухканаль-

ный цифровой запоминающий осциллограф. В результате проведенных экспериментов получены осциллограммы напряжения возмущения от времени

(рисунок), анализ которых показывает существование аксиально-составляющей механического возмущения.



Характерные осциллограммы:
1 – механическое возмущение; 2 – электрические наводки

Список литературы

1. Суркаев А.Л., Муха Ю.П., Кумыш М.М. Элементы гидродинамики электрического взрыва плоской кольцевой фольги // Современные наукоемкие технологии. – 2010. – № 6. – С. 83-88.

ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТОГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ НЕУСТОЙЧИВОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ВЗРЫВА ПЛОСКОЙ ФОЛЬГИ

Канцелалов Д.А., Суркаев А.Л.

Волжский политехнический институт,
филиал Волгоградского государственного
технического университета,
www.volpi.ru, e-mail: vpf@volpi.ru

Высокоэнергетическое, импульсное, электрическое воздействие на металлический проводник – электрический взрыв проводников (ЭВП) представляет собой уникальное физическое явление, характеризующееся экстремальными состояниями вещества и скоротечностью процесса, в частности. Одним из явлений, возникающих при электрическом взрыве, является порождение страт – чередующихся слоёв с различным значением плотности вещества. На сегодняшний день не существует единой точки зрения, объясняющий данный феномен. В частности, возникновение страт для цилиндрических проводников можно рассматривать как результат развития магнитогиродинамическую (МГД)-неустойчивостей с модой $m = 0$, являющейся аксиально – симметричным возмущением типа перетяжек, и с модой $m = 1$, соответствующей винтовому (изгибному) возмущению. В условиях быстрого электрического взрыва $j \geq 108 \text{ A/cm}^2$ рассматриваются перегреваемые магнитогиродинамические неустойчивости. В случае, когда удельное сопротивление вещества увеличивается с ростом температуры, развитие перегреваемых МГД-неустойчивостей приводит к возникновению страт. Возникновение МГД-неустойчивостей, приводящее к стратообразованию наблюдается, также, при электрическом взрыве фольг (ЭВФ) [1].

Целью данной работы является экспериментальное исследование возникновения МГД-неустойчивости при миллисекундном электрическом взрыве плоской фольги в воздухе, как одной из воз-

можных причин стратообразования. Согласно [2], рассмотрим металлический проводник, находящийся в жидком состоянии, прямоугольного сечения, по которому протекает ток вдоль оси z симметрии (рисунок). Геометрические параметры проводника $2a \ll 2b \ll \ell$. Металлическая жидкость считается несжимаемой и ее электропроводность постоянна $\sigma = \text{const}$. Уравнения магнитной гидродинамики имеют вид:

$$\partial_t \vec{v} + (\vec{v} \nabla) \vec{v} = -\frac{1}{\rho} \nabla P + \frac{1}{4\pi\rho} [(\nabla \vec{H}, \vec{H}) \vec{H}]; \quad (1)$$

$$\partial_t \vec{H} + (\vec{v} \nabla) \vec{H} = (\vec{H} \nabla) \vec{v} + \nu_m \Delta \vec{H}; \quad (2)$$

$$(\nabla \vec{v}) = 0, \quad (\nabla \vec{H}) = 0, \quad (3)$$

где $\vec{v} = \{v_x, v_y, v_z\}$ – скорость; $\vec{H} = \{H_x, H_y, H_z\}$ – напряженность магнитного поля; P – давление; ρ – плотность; $\nu_m = \frac{c^2}{4\pi\sigma}$ – магнитная вязкость; c – скорость света; Δ – оператор Лапласа. При решении системы (1-3) в ранних работах авторов было получено дисперсионное уравнение и выражение для управляющего параметра

$$\alpha = \left[8(I^2 a^3) / (\rho \nu v_m^2 b^3 c^2) \right],$$

при этом $\delta \approx 0,002$ – инкремент неустойчивости, а $\lambda \approx 0,1 \dots 2 \text{ мм}$.

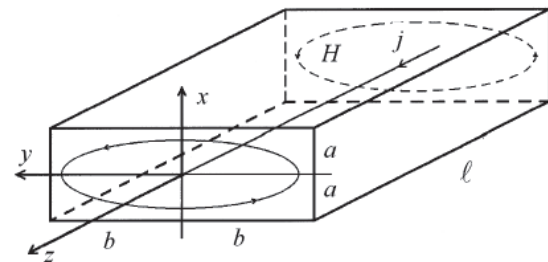


Рис. 1. Жидкометаллический проводник прямоугольной геометрии

Экспериментальная установка является традиционной и представляет собой энергетический на-